



TITLE:

### 3.ベナール対流におけるロール波数の競合(基研長期研究会「カオスとその周辺」,研究会報告)

AUTHOR(S):

八幡, 英雄

---

CITATION:

八幡, 英雄. 3.ベナール対流におけるロール波数の競合(基研長期研究会「カオスとその周辺」,研究会報告). 物性研究 1988, 50(4): 541-542

ISSUE DATE:

1988-07-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/93157>

RIGHT:

平均場結合モデルでは  $\Delta_n^i = f(\sigma_{n-1}) = \kappa \sigma_{n-1} (1 - \sigma_{n-1}^2)$  とする。つまり  $\Delta_n^i$  がオーダーパラメーターの関数となっている。 $N \rightarrow \infty$  では  $\sigma_n$  は  $\Delta_n^i$  に等しくなるので、オーダーパラメーターがみたす式  $\sigma_n = f(\sigma_{n-1}) = \kappa \sigma_{n-1} (1 - \sigma_{n-1}^2)$  が得られる。従って、 $\kappa = 1$  で対称性の破れる相転移が生じ、 $\kappa$  を大きくすると period doubling をへて、カオスになることがわかる。 $N = 100000$  のシミュレーションの結果を図 2 に示す。マクロな変数  $\sigma$  が 2 周期運動やカオティックな運動をしていることがわかる。

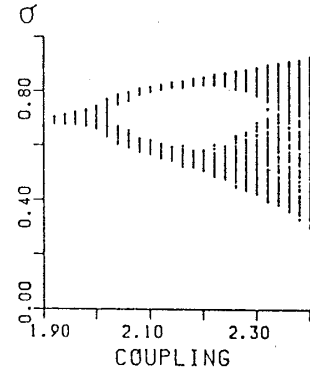


図 2

正方格子交互マップモデルでは  $\Delta_n^i$  として  $\tanh(\frac{\kappa}{4} \sum_{j \in N_i} S_{n-1}^j)$  を用いる。 $N_i$  は  $i$  の最近接格子点を表わしており、 $\Delta_n^i$  は  $i$  のまわりの 4 つの格子点のスピンの平均値の関数になっている。ある点  $i$  のマップを実行する時はまわりの 4 格子点の値をとめておき、次のステップで  $i$  点をとめておき、まわりの 4 格子点でマップを実行する。こうすると定常状態でのスピンの確率分布は、2 次元イジングモデルの熱平衡分布  $\exp \{ -\frac{\kappa}{4} \sum_{j \in N_i} S^i S^j \}$  となることがわかる。図 3 は  $N = 99 \times 99$  のシミュレーションの結果を 2 次元イジングモデルの厳密解と比較したもので、結合マップ系で 2 次元イジングモデルの相転移が生じていることがわかる。

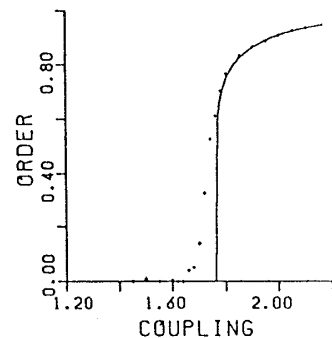


図 3

### 3. ベナール対流におけるロール波数の競合

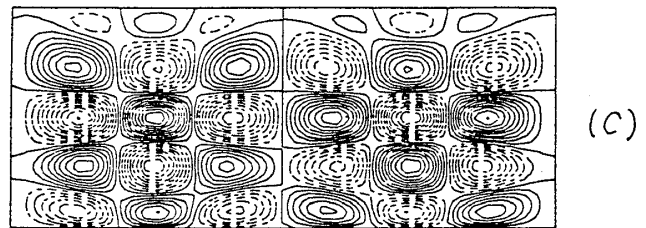
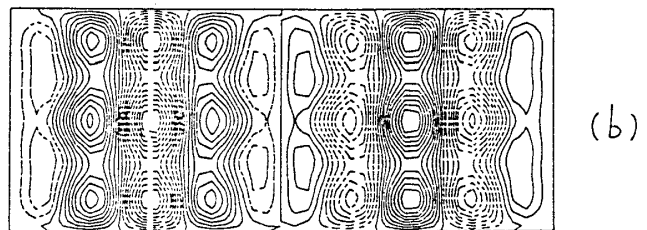
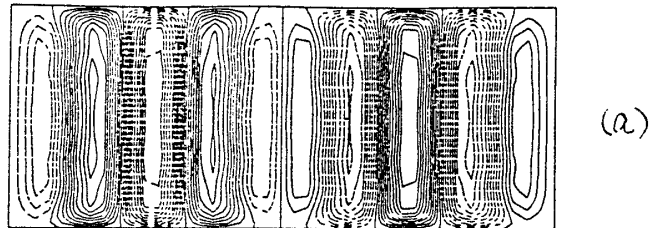
広島大・理 八 幡 英 雄

ベナール対流は、レイリー数  $R$ 、容器のアスペクト比、流体のプラントル数  $\sigma$  などに応じて、種々の空間的パターンと時間発展挙動を示す。最近水を用いて、アスペクト比が中程度（直方体容器で  $\Gamma_x \approx 4$ ,  $\Gamma_y \approx 10$ , 垂直方向を  $z$  軸とする）の体系の実験が、複数のグループによって行われた<sup>1), 2)</sup>。その結果のうちいくつかをのべると、(1)対流の空間パターンははじめ短軸に平行な軸をもつ 10 個のロールであるが、 $R$  を上げていくと、6 個のロール構造に遷移する。(2)6

個のロール流状態では、振動数数mHz 程度の時間振動が現われる。

基礎方程式としては、通常の Navier-Stokes と熱輸送方程式の結合系で、Boussinesq 近似をしたものを用いる。速度場・温度場を 10 個および 6 個のロールを表現するモード変数で展開し、Galyokin 法により全体で 112 変数からなるモード結合方程式系をみちびき、これをいくつかの  $R$  に対して時間積分し、系の時間的挙動と空間的パターンを求める。

図 1 に計算結果の一例を示す。  
図 1 (a), (b), (c) はそれぞれ  $R = 5890, 15300, 26500$  における対流の  $y$  軸 (長辺) 方向への速度成分  $u_y(x, y, z = 0.75, t)$  の水平面等値線を示す。ただし  $0 \leq z \leq 1$  とし、実線は右向き、点線は左向きを示す。 $R$  の上昇とともに、10 ロール状態から、6 ロール状態に遷移している。(c) の 6 ロール状態では cross-roll 不安定が起っている。さらにここでは長周期時間振動を伴っている。



1) R. W. Walden et al., Phys. Rev. Lett. **53** (1984) 242.

P. Kolodner et al., J. Fluid Mech. **163** (1986) 195.

2) S. Nasuno et al., 物理学会分科会 (1986 年 9 月) .